19｜控制结构：Go的for循环，仅此一种

2021-11-24 Tony Bai

《Tony Bai · Go语言第一课》 课程介绍 >

讲述：Tony Bai
时长 29:02 大小 26.60M

你好，我是 Tony Bai。

上一节课，我们开始了对程序控制结构的学习，学习了分支结构中的 if 语句。上节课我们也说过，针对程序的分支结构，Go 提供了 if 和 switch-case 两种语句形式。那你肯定在想，这节课肯定是要讲 switch-case 语句了吧！我不想按常规出牌，这一节课我们换换口味，挑战一下程序控制结构中最复杂的一款：循环结构。

为什么这么设置呢？因为我想让你能更早开始动手编写具有循环结构的 Go 代码。虽然 switch-case 分支结构也非常重要，但毕竟我们已经有了 if 分支语句的基础了，很多时候用 if 也可以替代 switch-case，所以把它往后放放也没关系。

日常编码过程中，我们常常需要重复执行同一段代码，这时我们就需要循环结构来帮助我们控制程序的执行顺序。一个循环结构会执行循环体中的代码直到结尾，然后回到开头继续执行。 主流编程语言都提供了对循环结构的支持，绝大多数主流语言，包括 C 语言、C++、Java 和 Rust，甚至连动态语言 Python 还提供了不止一种的循环语句，但 Go 却只有一种，也就是 for 语句。

所以这节课，我们就来系统学习一下 Go 语言循环结构中的这一支独苗，for 语句，聚焦于它的使用形式和常见坑点，让你能更快上手 Go 编码。

首先，我们就来认识一下 Go 语言中的 for 语句。

认识 for 语句的经典使用形式

C 语言是很多现代编程语言的“祖先”，要学习 Go 语言中 for 语句的使用形式，我们要先看看 C 语言中 for 语句是怎么使用的。

下面这段 C 代码就是 C 语言中 for 语句的经典使用形式：

复制代码

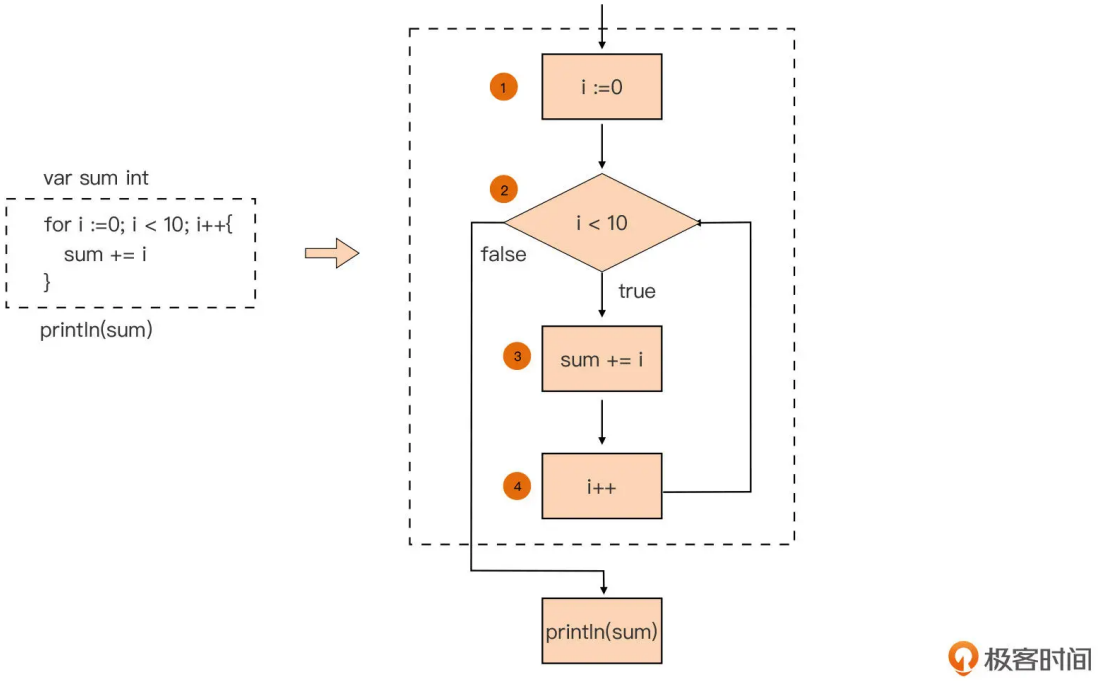
```c
int i;
int sum = 0;
for (i = 0; i < 10; i++) {
    sum += i;
}
printf("%d\n", sum);
```

这种形式也被其它后继语言延承了下来，Go 语言的 for 语句也不例外，这段 C 代码在 Go 语言中的等价形式是这样的：

复制代码

```go
var sum int
for i := 0; i < 10; i++ {
    sum += i
}
println(sum)
```

这种 for 语句的使用形式是 Go 语言中 **for 循环语句的经典形式**，也是我们在这节课要介绍的 for 循环语句的第一种形式。我们用一幅流程图来直观解释一下上面这句 for 循环语句的组成部分，以及各个部分的执行顺序：



从图中我们看到，经典 for 循环语句有四个组成部分（分别对应图中的①~④）。我们按顺序拆解一下这张图。

图中①对应的组成部分执行于循环体（③）之前，并且在整个 for 循环语句中**仅会被执行一次**，它也被称为**循环前置语句**。我们通常会在这个部分声明一些循环体（③）或循环控制条件（②）会用到的自用变量，也称循环变量或迭代变量，比如这里声明的整型变量 i。与 if 语句中的自用变量一样，for 循环变量也采用短变量声明的形式，循环变量的作用域仅限于 for 语句隐式代码块范围内。

图中②对应的组成部分，是用来决定循环是否要继续进行下去的**条件判断表达式**。和 if 语句的一样，这个用于条件判断的表达式必须为布尔表达式，如果有多个判断条件，我们一样可以由逻辑操作符进行连接。当表达式的求值结果为 true 时，代码将进入循环体（③）继续执行，相反则循环直接结束，循环体（③）与组成部分④都不会被执行。

前面也多次提到了，图中③对应的组成部分是 for 循环语句的**循环体**。如果相关的判断条件表达式求值结构为 true 时，循环体就会被执行一次，这样的一次执行也被称为一次迭代

（Iteration）。在上面例子中，循环体执行的动作是将这次迭代中变量 i 的值累加到变量 sum 中。

图中④对应的组成部分会在每次循环体迭代之后执行，也被称为**循环后置语句**。这个部分通常用于更新 for 循环语句组成部分①中声明的循环变量，比如在这个例子中，我们在这个组成部分对循环变量 i 进行加 1 操作。

现在你应该理解 Go 语言中的经典 for 语句的形式了吧？不过，Go 语言的 for 循环也在 C 语言的基础上有一些突破和创新。具体一点，**Go 语言的 for 循环支持声明多循环变量，并且可以应用在循环体以及判断条件中**，比如下面就是一个使用多循环变量的、稍复杂的例子：

复制代码

```
for i, j, k := 0, 1, 2; (i < 20) && (j < 10) && (k < 30); i, j, k = i+1, j+1,
    sum += (i + j + k)
    println(sum)
}
```

在这个例子中，我们声明了三个循环自用变量 i、j 和 k，它们共同参与了循环条件判断与循环体的执行。

我们继续按四个组成部分分析这段代码。其实，除了循环体部分（③）之外，其余的三个部分都是**可选的**。比如下面代码中，我们省略了循环后置语句④，将对循环变量的更新操作放在了循环体中：

复制代码

```
for i := 0; i < 10; {
    i++
}
```

我们也可以省略循环前置语句。比如下面例子中，我们就没有使用前置语句声明循环变量，而是直接使用了已声明的变量 i 充当循环变量的作用：

复制代码

```
i := 0
for ; i < 10; i++{
```

```
    println(i)
}
```

当然，循环前置与后置语句也可以都省略掉，比如下面代码：

复制代码

```
i := 0
for ; i < 10; {
    println(i)
    i++
}
```

细心的你可能已经发现了，**虽然我们对前置语句或后置语句进行了省略，但经典 for 循环形式中的分号依然被保留着，你要注意这一点，这是 Go 语法的要求。**

不过有一个例外，那就是当循环前置与后置语句都省略掉，仅保留循环判断条件表达式时，我们可以省略经典 for 循环形式中的分号。也就是说，我们可以将上面的例子写出如下形式：

复制代码

```
i := 0
for i < 10 {
    println(i)
    i++
}
```

这种形式也是我们在日常 Go 编码中经常使用的 for 循环语句的**第二种形式**，**也就是除了循环体之外，我们仅保留循环判断条件表达式。**

不过看到这里，你可能就问了：“老师，前面你不是说过，除了循环体，其他组成部分都是可选项么？”

没错。**当 for 循环语句的循环判断条件表达式的求值结果始终为 true 时，我们就可以将它省略掉了：**

```
for {
    // 循环体代码
}
```

复制代码

这个 for 循环就是我们通常所说的**“无限循环”**。它的形式等价于：

```
for true {
    // 循环体代码
}
```

复制代码

或者：

```
for ; ; {
    // 循环体代码
}
```

复制代码

不过，虽然我这里给出这些等价形式，但在日常使用时，我还是建议你**用它的最简形式**，也就是`for {...}`，更加简单。

那么，无限循环是什么意思呢？是不是意味着代码始终在运行循环体而无法跳出来呢？不是的。这点你可以先思考一下，我们后面会讲。这里我们先继续看 Go 语言中 for 循环最常使用的第三种形式，**for range**。

for range 循环形式

for range 循环形式是怎么一种形式呢？我们先来看一个例子。如果我们要使用 for 经典形式遍历一个切片中的元素，我们可以这样做：

```
var sl = []int{1, 2, 3, 4, 5}
for i := 0; i < len(sl); i++ {
    fmt.Printf("sl[%d] = %d\n", i, sl[i])
}
```

复制代码

在这个经典形式的例子中，我们使用循环前置语句中声明的循环变量 i 作为切片下标，逐一将切片中的元素读取了出来。不过，这样就有点麻烦了。其实，针对像切片这样的复合数据类型，还有 Go 原生的字符串类型（string），Go 语言提供了一个更方便的“语法糖”形式：**for range**。现在我们就来写一个等价于上面代码的 for range 循环：

复制代码

```
for i, v := range sl {
    fmt.Printf("sl[%d] = %d\n", i, v)
}
```

我们看到，for range 循环形式与 for 语句经典形式差异较大，除了循环体保留了下来，其余组成部分都“不见”了。其实那几部分已经被**融合到 for range 的语义中了**。

具体来说，这里的 i 和 v 对应的是经典 for 语句形式中循环前置语句的循环变量，它们的初值分别为切片 sl 的第一个元素的下标值和元素值。并且，隐含在 for range 语义中的循环控制条件判断为：是否已经遍历完 sl 的所有元素，等价于`i < len(sl)`这个布尔表达式。另外，每次迭代后，for range 会取出切片 sl 的下一个元素的下标和值，分别赋值给循环变量 i 和 v，这与 for 经典形式下的循环后置语句执行的逻辑是相同的。

for range 语句也有几个常见“变种”，我们继续以上面对切片的迭代为例分析一下。

变种一：当我们不关心元素的值时，我们可以省略代表元素值的变量 v，只声明代表下标值的变量 i：

复制代码

```
for i := range sl {
  // ...
}
```

变种二：如果我们不关心元素下标，只关心元素值，那么我们可以用空标识符替代代表下标值的变量 i。这里一定要注意，**这个空标识符不能省略**，否则就与上面的“变种一”形式一样了，Go 编译器将无法区分：

复制代码

```
for _, v := range sl {
```

```
2    // ...
3 }
```

变种三：到这里，你肯定要问：如果我们既不关心下标值，也不关心元素值，那是否能写成下面这样呢：

复制代码

```
1 for _, _ = range sl {
2    // ...
3 }
```

这种形式在语法上没有错误，就是看起来不太优雅。Go 核心团队早在Go 1.4 版本中就提供了一种优雅的等价形式，你后续直接使用这种形式就好了：

复制代码

```
1 for range sl {
2    // ...
3 }
```

好了，讲完了 for range 针对切片这种复合类型的各种形式后，我们再来看看 for range 应该如何用于对其他复合类型，或者是对 string 类型进行循环操作。for range 针对不同复合数据类型进行循环操作时，虽然语义是相同的，但它声明的循环变量的含义会有所不同，我们有必要逐一看一下。

string 类型

我们在第 13 讲讲解 string 类型时，就提到过如何通过 for range 对一个字符串类型变量进行循环操作。我们再通过下面的例子简单回顾一下：

复制代码

```
1 var s = "中国人"
2 for i, v := range s {
3     fmt.Printf("%d %s 0x%x\n", i, string(v), v)
4 }
```

运行这个例子，输出结果是这样的：

复制代码

```
0 中 0x4e2d
3 国 0x56fd
6 人 0x4eba
```

我们看到：for range 对于 string 类型来说，**每次循环得到的 v 值是一个 Unicode 字符码点**，也就是 rune 类型值，而不是一个字节，返回的第一个值 i 为**该 Unicode 字符码点的内存编码（UTF-8）的第一个字节在字符串内存序列中的位置**。

另外我要在这里再次提醒你，使用 for 经典形式与使用 for range 形式，对 string 类型进行循环操作的语义是不同的，你可以回到13 讲复习一下这块的内容。

map

在第 16 讲我们学习过，map 就是一个键值对（key-value）集合，最常见的对 map 的操作，就是通过 key 获取其对应的 value 值。但有些时候，我们也要对 map 这个集合进行遍历，这就需要 for 语句的支持了。

但在 Go 语言中，**我们要对 map 进行循环操作，for range 是唯一的方法**，for 经典循环形式是不支持对 map 类型变量的循环控制的。下面是通过 for range，对一个 map 类型变量进行循环操作的示例：

复制代码

```
var m = map[string]int {
  "Rob" : 67,
    "Russ" : 39,
    "John" : 29,
}

for k, v := range m {
    println(k, v)
}
```

运行这个示例，我们会看到这样的输出结果：

复制代码

```
John 29
Rob 67
```

```
3 Russ 39
```

通过输出结果我们看到：for range 对于 map 类型来说，**每次循环，循环变量 k 和 v 分别会被赋值为 map 键值对集合中一个元素的 key 值和 value 值**。而且，map 类型中没有下标的概念，通过 key 和 value 来循环操作 map 类型变量也就十分自然了。

channel

除了可以针对 string、数组 / 切片，以及 map 类型变量进行循环操作控制之外，for range 还可以与 channel 类型配合工作。

channel 是 Go 语言提供的并发设计的原语，它用于多个 Goroutine 之间的通信，我们在后面的课程中还会详细讲解 channel。当 channel 类型变量作为 for range 语句的迭代对象时，for range 会尝试从 channel 中读取数据，使用形式是这样的：

复制代码

```
var c = make(chan int)
for v := range c {
    // ...
}
```

在这个例子中，for range 每次从 channel 中读取一个元素后，会把它赋值给循环变量 v，并进入循环体。当 channel 中没有数据可读的时候，for range 循环会阻塞在对 channel 的读操作上。直到 channel 关闭时，for range 循环才会结束，这也是 for range 循环与 channel 配合时隐含的循环判断条件。我们在后面讲解 channel 的部分，还会对 for range 与 channel 的配合做更细致地讲解，这一节课就不涉及那么多了，我们简单了解就可以。

到这里，我们已经对 Go 语言支持的所有 for 循环形式有了一个初步的了解。那么，在日常开发中，一旦我们执行 for 循环，是不是就只能等循环条件判断表达式求值为 false 时，才能离开循环呢？如果是前面提到的无限循环，我们是不是就会被一直困于循环之中呢？

不是的。日常开发中，出于算法逻辑的需要，我们可能会有中断当前循环体并继续下一次迭代的时候，也会有中断循环体并彻底结束循环语句的时候。针对这些情况，Go 语言提供了 continue 语句和 break 语句。

带 label 的 continue 语句

首先，我们来看第一种场景。如果循环体中的代码执行到一半，要中断当前迭代，忽略此迭代循环体中的后续代码，并回到 for 循环条件判断，尝试开启下一次迭代，这个时候我们可以怎么办呢？我们可以使用 continue 语句来应对。

我们先来学习一下 continue 语句的使用方法，你看看下面这个代码示例：

复制代码

```
var sum int
var sl = []int{1, 2, 3, 4, 5, 6}
for i := 0; i < len(sl); i++ {
    if sl[i]%2 == 0 {
        // 忽略切片中值为偶数的元素
        continue
    }
    sum += sl[i]
}
println(sum) // 9
```

这段代码会循环遍历切片中的元素，把值为奇数的元素相加，然后存储在变量 sum 中。我们可以看到，在这个代码的循环体中，如果我们判断切片元素值为偶数，就使用 continue 语句中断当前循环体的执行，那么循环体下面的`sum += sl[i]`在这轮迭代中就会被忽略。代码执行流会直接来到循环后置语句`i++`，之后对循环条件表达式（`i < len(sl)`）进行求值，如果为 true，将再次进入循环体，开启新一次迭代。

如果你学过 C 语言，你可能会说：这个 continue 与 C 语言中的 continue 也没有什么差别啊！别急，Go 语言中的 continue 在 C 语言 continue 语义的基础上**又增加了对 label 的支持**。

label 语句的作用，是标记跳转的目标。我们可以把上面的代码改造为使用 label 的等价形式：

复制代码

```
func main() {
    var sum int
    var sl = []int{1, 2, 3, 4, 5, 6}

loop:
```

```
    for i := 0; i < len(sl); i++ {
        if sl[i]%2 == 0 {
            // 忽略切片中值为偶数的元素
            continue loop
        }
        sum += sl[i]
    }
    println(sum) // 9
}
```

你可以看到，在这段代码中，我们定义了一个 label：loop，它标记的跳转目标恰恰就是我们的 for 循环。也就是说，我们在循环体中可以使用 continue+ loop label 的方式来实现循环体中断，这与前面的例子在语义上是等价的。不过这里仅仅是一个演示，通常我们在这样非嵌套循环的场景中会直接使用不带 label 的 continue 语句。

而带 label 的 continue 语句，通常出现于**嵌套循环语句**中，**被用于跳转到外层循环并继续执行外层循环语句的下一个迭代**，比如下面这段代码：

复制代码

```
func main() {
    var sl = [][]int{
        {1, 34, 26, 35, 78},
        {3, 45, 13, 24, 99},
        {101, 13, 38, 7, 127},
        {54, 27, 40, 83, 81},
    }

outerloop:
    for i := 0; i < len(sl); i++ {
        for j := 0; j < len(sl[i]); j++ {
            if sl[i][j] == 13 {
                fmt.Printf("found 13 at [%d, %d]\n", i, j)
                continue outerloop
            }
        }
    }
}
```

在这段代码中，变量 sl 是一个元素类型为[]int 的切片（二维切片），其每个元素切片中至多包含一个整型数 13。main 函数的逻辑就是在 sl 的每个元素切片中找到 13 这个数字，并输出它的具体位置信息。

那这要怎么查找呢？一种好的实现方式就是，我们只需要在每个切片中找到 13，就不用继续在这个切片的剩余元素中查找了。

我们用 for 经典形式来实现这个逻辑。面对这个问题，我们要使用嵌套循环，具体来说就是外层循环遍历 sl 中的元素切片，内层循环遍历每个元素切片中的整型值。一旦内层循环发现 13 这个数值，我们便要**中断内层 for 循环，回到外层 for 循环继续执行**。

如果我们用不带 label 的 continue 能不能完成这一功能呢？答案是不能。因为它只能中断内层循环的循环体，并继续开启内层循环的下一次迭代。而带 label 的 continue 语句是这个场景下的“最佳人选”，它会直接结束内层循环的执行，并回到外层循环继续执行。

这一行为就好比在外层循环放置并执行了一个不带 label 的 continue 语句。它会中断外层循环中当前迭代的执行，执行外层循环的后置语句（i++），然后再对外层循环的循环控制条件语句进行求值，如果为 true，就将继续执行外层循环的新一次迭代。

看到这里，一些学习过 goto 语句的同学可能就会问了，如果我把上述代码中的 continue 换成 goto 语句，是否也可以实现同样的效果？

答案是否定的！一旦使用 goto 跳转，那么**不管是内层循环还是外层循环都会被终结，代码将会从 outerloop 这个 label 处，开始重新执行我们的嵌套循环语句，这与带 label 的 continue 的跳转语义是完全不同的**。

我还要特别提醒你，goto 是一种公认的、难于驾驭的语法元素，应用 goto 的代码可读性差、代码难于维护还易错。虽然 Go 语言保留了 goto，但在我们这个入门课中，我们不会系统讲解 goto 语句。

break 语句的使用

在前面的讲解中，你可能也注意到了，无论带不带 label，continue 语句的本质都是继续循环语句的执行。但日常编码中，我们还会遇到一些场景，在这些场景中，我们不仅要中断当前循环体迭代的进行，还要同时彻底跳出循环，终结整个循环语句的执行。面对这样的场景，continue 语句就不再适用了，Go 语言为我们提供了 **break 语句**来解决这个问题。

我们先来看下面这个示例中 break 语句的应用：

复制代码

```
func main() {
    var sl = []int{5, 19, 6, 3, 8, 12}
    var firstEven int = -1

    // 找出整型切片sl中的第一个偶数
    for i := 0; i < len(sl); i++ {
        if sl[i]%2 == 0 {
            firstEven = sl[i]
            break
        }
    }

    println(firstEven) // 6
}
```

这段代码逻辑很容易理解，我们通过一个循环结构来找出切片 sl 中的第一个偶数，一旦找到就不需要继续执行后续迭代了。这个时候我们就通过 break 语句跳出了这个循环。

和 continue 语句一样，Go 也 break 语句增加了对 label 的支持。而且，和前面 continue 语句一样，如果遇到嵌套循环，break 要想跳出外层循环，用不带 label 的 break 是不够，因为不带 label 的 break 仅能跳出其所在的最内层循环。要想实现外层循环的跳出，我们还需给 break 加上 label。我们来看一个具体的例子：

复制代码

```
var gold = 38

func main() {
    var sl = [][]int{
        {1, 34, 26, 35, 78},
        {3, 45, 13, 24, 99},
        {101, 13, 38, 7, 127},
        {54, 27, 40, 83, 81},
    }

outerloop:
    for i := 0; i < len(sl); i++ {
        for j := 0; j < len(sl[i]); j++ {
            if sl[i][j] == gold {
                fmt.Printf("found gold at [%d, %d]\n", i, j)
                break outerloop
            }
        }
    }
}
```

这个例子和我们前面讲解的、带 label 的 continue 语句的例子很像，main 函数的逻辑就是，在 sl 这个二维切片中找到 38 这个数字，并输出它的位置信息。整个二维切片中至多有一个值为 38 的元素，所以只要我们通过嵌套循环发现了 38，我们就不需要继续执行这个循环了。这时，我们通过带有 label 的 break 语句，就可以直接终结外层循环，从而从复杂多层次的嵌套循环中直接跳出，避免不必要的算力资源的浪费。

好了，到这里，关于 Go 语言中 for 语句的相关语法，我们已经全部讲完了，通过 for 语句我们可以实现**重复执行同一段代码**的逻辑。针对原生字符串类型以及一些复合数据类型，诸如数组 / 切片、map、channel 等，Go 还提供了 for range“语法糖”形式来简化循环结构的编写。

不过，我们也看到，相较于分支结构，以 for 语句为代表的循环结构的逻辑要复杂许多。在日常编码实践中，我们也会遇到一些与 for 循环语句相关的常见问题，下面我们就聊聊究竟有哪些与 for 相关的常见“坑”点。

for 语句的常见“坑”与避坑方法

for 语句的常见“坑”点通常和 for range 这个“语法糖”有关。虽然 for range 的引入提升了 Go 语言的表达能力，也简化了循环结构的编写，但 for range 也不是“免费的午餐”，初学者在享用这道美味时，经常会遇到一些问题，下面我们就来看看这些常见的问题。

问题一：循环变量的重用

我们前面说过，for range 形式的循环语句，使用短变量声明的方式来声明循环变量，循环体将使用这些循环变量实现特定的逻辑，但你在刚开始学习使用的时候，可能会发现循环变量的值与你之前的“预期”不符，比如下面这个例子：

复制代码

```
1 func main() {
2     var m = []int{1, 2, 3, 4, 5}
3 
4     for i, v := range m {
5         go func() {
6             time.Sleep(time.Second * 3)
7             fmt.Println(i, v)
```

```
        }()
    }

    time.Sleep(time.Second * 10)
}
```

这个示例是对一个整型切片进行遍历，并且在每次循环体的迭代中都会创建一个新的 Goroutine（Go 中的轻量级协程），输出这次迭代的元素的下标值与元素值。关于 Goroutine 创建和使用的知识我们在后面课程中会有详细的讲解。

现在我们继续看这个例子，作为一个初学者，我们预期的输出结果可能是这样的：

复制代码

```
0 1
1 2
2 3
3 4
4 5
```

那实际输出真的是这样吗？我们实际运行输出一下：

复制代码

```
4 5
4 5
4 5
4 5
4 5
```

我们看到，Goroutine 中输出的循环变量，也就是 i 和 v 的值都是 for range 循环结束后的最终值，而不是各个 Goroutine 启动时变量 i 和 v 的值，与我们最初的“预期”不符，这是为什么呢？

这是因为我们最初的“预期”本身就是错的。这里，初学者很可能会被 for range 语句中的短声明变量形式“迷惑”，简单地认为每次迭代都会重新声明两个新的变量 i 和 v。但事实上，这些循环变量在 for range 语句中仅会被声明一次，且在每次迭代中都会被重用。

你还能想起第 11 讲中关于控制语句的隐式代码块的知识点吗？基于隐式代码块的规则，我们可以将上面的 for range 语句做一个等价转换，这样可以帮助你理解 for range 的工作原理。等价转换后的结果是这样的：

复制代码

```
func main() {
    var m = []int{1, 2, 3, 4, 5}

    {
      i, v := 0, 0
        for i, v = range m {
            go func() {
                time.Sleep(time.Second * 3)
                fmt.Println(i, v)
            }()
        }
    }

    time.Sleep(time.Second * 10)
}
```

通过等价转换后的代码，我们可以清晰地看到循环变量 i 和 v 在每次迭代时的重用。而 Goroutine 执行的闭包函数引用了它的外层包裹函数中的变量 i、v，这样，变量 i、v 在主 Goroutine 和新启动的 Goroutine 之间实现了共享，而 i, v 值在整个循环过程中是重用的，仅有一份。在 for range 循环结束后，i = 4, v = 5，因此各个 Goroutine 在等待 3 秒后进行输出的时候，输出的是 i, v 的最终值。

那么如何修改代码，可以让实际输出和我们最初的预期输出一致呢？我们可以为闭包函数增加参数，并且在创建 Goroutine 时将参数与 i、v 的当时值进行绑定，看下面的修正代码：

复制代码

```
func main() {
    var m = []int{1, 2, 3, 4, 5}

    for i, v := range m {
        go func(i, v int) {
            time.Sleep(time.Second * 3)
            fmt.Println(i, v)
        }(i, v)
    }

```

```
11      time.Sleep(time.Second * 10)
12  }
```

运行修改后的例子代码，输出结果是这样的：

复制代码

```
1  0 1
2  1 2
3  2 3
4  3 4
5  4 5
```

这回的输出结果与我们的预期就是一致的了。不过这里你要注意：你执行这个程序的输出结果的行序，可能与我的不同，这是由 Goroutine 的调度所决定的，我们在后面课程中会详细讲解。

问题二：参与循环的是 range 表达式的副本

前面我们学过了，在 for range 语句中，range 后面接受的表达式的类型可以是数组、指向数组的指针、切片、字符串，还有 map 和 channel（需具有读权限）。我们以数组为例来看一个简单的例子：

复制代码

```
1  func main() {
2      var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
3      var r [5]int
4
5      fmt.Println("original a =", a)
6
7      for i, v := range a {
8          if i == 0 {
9              a[1] = 12
10             a[2] = 13
11         }
12         r[i] = v
13     }
14
15     fmt.Println("after for range loop, r =", r)
16     fmt.Println("after for range loop, a =", a)
17 }
```

这个例子说的是对一个数组 a 的元素进行遍历操作，当处理下标为 0 的元素时，我们修改了数组 a 的第二个和第三个元素的值，并且在每个迭代中，我们都将从 a 中取得的元素值赋值给新数组 r。我们期望这个程序会输出如下结果：

复制代码

```
original a = [1 2 3 4 5]
after for range loop, r = [1 12 13 4 5]
after for range loop, a = [1 12 13 4 5]
```

但实际运行该程序的输出结果却是：

复制代码

```
original a = [1 2 3 4 5]
after for range loop, r = [1 2 3 4 5]
after for range loop, a = [1 12 13 4 5]
```

我们原以为在第一次迭代过程，也就是 i = 0 时，我们对 a 的修改 (a[1] =12,a[2] = 13) 会在第二次、第三次迭代中被 v 取出，但从结果来看，v 取出的依旧是 a 被修改前的值：2 和 3。

为什么会是这种情况呢？原因就是**参与 for range 循环的是 range 表达式的副本。**也就是说，在上面这个例子中，真正参与循环的是 a 的副本，而不是真正的 a。

为了方便你理解，我们将上面的例子中的 for range 循环，用一个等价的伪代码形式重写一下：

复制代码

```
for i, v := range a' { //a'是a的一个值拷贝
    if i == 0 {
        a[1] = 12
        a[2] = 13
    }
    r[i] = v
}
```

现在真相终于揭开了：这个例子中，每次迭代的都是从数组 a 的值拷贝 a’ 中得到的元素。a’ 是 Go 临时分配的连续字节序列，与 a 完全不是一块内存区域。因此无论 a 被如何修改，它参与循环的副本 a’ 依旧保持原值，因此 v 从 a’ 中取出的仍旧是 a 的原值，而不是修改后的值。

那么应该如何解决这个问题，让输出结果符合我们前面的预期呢？我们前面说过，在 Go 中，大多数应用数组的场景我们都可以用切片替代，这里我们也用切片来试试看：

复制代码

```
func main() {
    var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
    var r [5]int

    fmt.Println("original a =", a)

    for i, v := range a[:] {
        if i == 0 {
            a[1] = 12
            a[2] = 13
        }
        r[i] = v
    }

    fmt.Println("after for range loop, r =", r)
    fmt.Println("after for range loop, a =", a)
}
```

你可以看到，在 range 表达式中，我们用了 a[:]替代了原先的 a，也就是将数组 a 转换为一个切片，作为 range 表达式的循环对象。运行这个修改后的例子，结果是这样的：

复制代码

```
original a = [1 2 3 4 5]
after for range loop, r = [1 12 13 4 5]
after for range loop, a = [1 12 13 4 5]
```

我们看到输出的结果与最初的预期终于一致了，显然用切片能实现我们的要求。

那切片是如何做到的呢？在之前的第 15 讲中，我们学习过，切片在 Go 内部表示为一个结构体，由（array, len, cap）组成，其中 array 是指向切片对应的底层数组的指针，len

是切片当前长度，cap 为切片的最大容量。

所以，当进行 range 表达式复制时，我们实际上复制的是一个切片，也就是表示切片的结构体。表示切片副本的结构体中的 array，依旧指向原切片对应的底层数组，所以我们对切片副本的修改也都会反映到底层数组 a 上去。而 v 再从切片副本结构体中 array 指向的底层数组中，获取数组元素，也就得到了被修改后的元素值。

问题三：遍历 map 中元素的随机性

根据上面的讲解，当 map 类型变量作为 range 表达式时，我们得到的 map 变量的副本与原变量指向同一个 map（具体原因你可以看第 16 讲）。**如果我们在循环的过程中，对 map 进行了修改，那么这样修改的结果是否会影响后续迭代呢？这个结果和我们遍历 map 一样，具有随机性。**

比如我们来看下面这个例子，在 map 循环过程中，当 counter 值为 0 时，我们删除了变量 m 中的一个元素：

复制代码

```
var m = map[string]int{
    "tony": 21,
    "tom":  22,
    "jim":  23,
}

counter := 0
for k, v := range m {
    if counter == 0 {
        delete(m, "tony")
    }
    counter++
    fmt.Println(k, v)
}
fmt.Println("counter is ", counter)
```

如果我们反复运行这个例子多次，会得到两个不同的结果。当 k="tony"作为第一个迭代的元素时，我们将得到如下结果：

复制代码

```
tony 21
tom 22
```

```
3 jim 23
4 counter is  3
```

否则，我们得到的结果是这样的：

复制代码

```
1 tom 22
2 jim 23
3 counter is  2
```

如果我们在针对 map 类型的循环体中，新创建了一个 map 元素项，那这项元素可能出现在后续循环中，也可能不出现：

复制代码

```
1  var m = map[string]int{
2      "tony": 21,
3      "tom":  22,
4      "jim":  23,
5  }
6
7  counter := 0
8  for k, v := range m {
9      if counter == 0 {
10         m["lucy"] = 24
11     }
12     counter++
13     fmt.Println(k, v)
14 }
15 fmt.Println("counter is ", counter)
```

这个例子的执行结果也会有两个，

复制代码

```
1 tony 21
2 tom 22
3 jim 23
4 lucy 24
5 counter is  4
```

或：

```
1 tony 21
2 tom 22
3 jim 23
4 counter is  3
```

考虑到上述这种随机性，我们日常编码遇到遍历 map 的同时，还需要对 map 进行修改的场景的时候，要格外小心。

小结

好了，今天的课讲到这里就结束了，现在我们一起来回顾一下吧。

在这一讲中，我们讲解了程序控制结构中最复杂的一种：循环控制结构。和其他主流编程语言不同，Go 语言仅提供了一种循环结构语句：**for 语句**。for 语句的这种践行“做一件事仅有一种方法”理念的作法恰是 Go 语言崇尚“简单”的设计哲学的具体体现。

我们首先学习了 for 语句的经典形式：for preStmt; condition; postStmt { ... }，你要注意 for 语句经典形式的四个组成部分，分别是循环前置语句、循环判断表达式、循环体与循环后置语句，也要注意这四个部分的执行顺序。而且，这四部分中，除了循环体，其它三个组成部分都是可选的。我们可以根据实际情况选择省略某个部分。

如果我们只保留循环判断条件表达式，我们就得到了 for 循环语句经常使用的第二种形式：`for condition {...}`。如果循环判断条件表达式求值结果始终为 true，我们就可以将 for 循环语句写成`for {...}`的形式，这种形式也被称为“无限循环”。

而且，针对 string 类型以及一些复合数据类型，比如数组 / 切片、map 以及 channel 等，Go 提供了使用更为便捷的“语法糖”for range 形式。for range 形式与 for 语句经典形式差异较大，除了循环体保留了下来，其它几部分融合到 for range 的语义中了。for range 语句形式也有几个“变种”，你要注意的是，如果仅需要代表元素值的循环变量，不需要代表下标值或 key 的循环变量，我们也需要**使用空标识符占位**。

此外，Go 语言提供了 continue 语句与 break 语句用于显式中断当前循环体的执行，两个语句不同之处在于 continue 会继续后续迭代的执行，而 break 将终结整个 for 语句的执行。Go 语言还支持在 continue 与 break 关键字后面加 label 的方式，这种方式常用于有嵌套循环的场景中，它们可以帮助程序中断内层循环的执行，返回外层循环继续执行下一个外层循环迭代，或彻底结束整个嵌套循环的执行。

最后，for 语句在日常使用中有一些常见的问题需要你格外注意，包括循环变量重用、range 表达式副本参与循环、map 类型遍历的随机性，等等，你一样要深刻理解，才能在日常编码时少走弯路。

思考题

在“参与循环的是 range 表达式的副本”这一部分中，我们用切片替换了数组，实现了我们预期的输出，我想让你思考一下，除了换成切片这个方案之外，还有什么方案也能实现我们预期的输出呢？

欢迎你把这节课分享给更多对 Go 语言循环结构感兴趣的朋友。我是 Tony Bai，我们下节课见。

分享给需要的人，Ta订阅后你可得 20 元现金奖励

生成海报并分享

赞 6 提建议

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。 页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 18｜控制结构：if的“快乐路径”原则

下一篇 20｜控制结构：Go中的switch语句有哪些变化？

更多学习推荐

2021 最新大厂
Go 工程师面试真题

大厂面试真题 + 金九银十全新整理 + 核心知识全覆盖

免费领取

精选留言 (15)

写留言

布凡
2021-11-24

老师，最后问题三：遍历 map 中元素的随机性中举的例子没看懂：
1、示例1中，当 k="tony"作为第一个迭代的元素时，我们将得到如下结果：包含了“tony”，是因为for循环中读取的是“tony”不允许被删除吗？
2、示例2中，是当m["lucky"]=24 这个值被其它原map中的值覆盖，导致赋值不成功吗？还请老师指教

展开

作者回复: 1. 不是啊。之所以还能输出tony，是因为k, v从map中获取值的操作发生在delete之前啊。如果k="tony"作为第一个迭代的元素时，我们用k,v从map中取出了tony, 21。然后delete掉tony，此时k, v的值已经是tony, 21了，输出就正常了。如果tony不是第一个迭代元素，那么已经被删除掉了，后续迭代就不会输出它了。

2. 不是被覆盖了。对map迭代的实质是按顺序逐个bucket的遍历,每个bucket也是逐个遍历其中的key。如果luckey创建与第一个被遍历的元素之前了，那么后续就不会遍历它了。别忘了，key存储在哪里是根据hash值来定的。

3

一步

2021-11-25

对于 map 遍历的那个例子，新增一个 map key m["lucy"] = 24 ， 这里的结果counter 不应该一直是 4吗？ 给 map 添加的元素为什么有的时候可以访问到 有的时候访问不到？

作者回复: 是否访问到，视m["lucy"]=24这个键值对的插入位置而定。

共 4 条评论 > 2

用0和1改变自己

2021-11-24

用数组指针替换数组

```
func main() {
    var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
    var r [5]int
    fmt.Println("original a =", a)...
```

展开

作者回复: 正确✅

2

武好累

2021-11-30

可以直接取原数组下标值

```
func main() {
    var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
    var r [5]int
...
```

展开

作者回复: 这里for range的对象依旧是切片a[:]，再考虑一下是否有其他方法？

1

进化菌

2021-11-25

循环只有一种结构是 for，这一点挺好的。但是要注意的地方也不少，感谢老师详细的说明。

range 是表达式的副本，用引用类型或者在循环前拷贝再操作，应该也可以达到切片的效果吧？

1

若水清菡

2021-11-24

这节课真长哈~~~，感觉学了复合数据类型，诸如数组 / 切片、map 这些，还是有点蒙，感觉没有联系起来，也没有在这些上面给出更多的示例

展开

作者回复: 多看几遍。可在留言区留下你的具体问题。问题一定要具体:)。

1

Calvin

2021-11-24

老师，常见"坑"点中的问题二：

```
for i, v := range a' { // a' 是 a 的一个值拷贝
    if i == 0 {
        a[1] = 12...
```

展开

作者回复: 循环体中的a还是原数组变量a。a'是我为你大家好理解而设置的，实际代码中并不存在。所以说这里很容易入"坑"的。

共 3 条评论

1

果冻

2021-11-24

```
//课后题:数组a遍历时前面加个&
func main() {
    var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
    var r [5]int
...
```

展开

作者回复: 正确

1

小豆子

2021-11-24

```
func main() {
    var a = [5]int{1, 2, 3, 4, 5}
    var r [5]int

    fmt.Println("original a =", a)...
```

展开

作者回复: ✅

1

酥宝话不多

2021-11-24

传数组地址，&a

展开

作者回复: ✅

1

罗杰

2021-11-24

map 中的坑比想象的要多，使用的时候一定要细心。老师基本上把能遇到的坑都指出来了。惭愧的是 continue 和 break 的 label 从来没用过。

展开

作者回复: 看来你日常写的业务逻辑还不够复杂。居然没有嵌套循环:)

1

lesserror

2021-12-01

Tony Bai老师，你在评论中说："如果luckey创建与第一个被遍历的元素之前了，那么后续就不会遍历它了。别忘了，key存储在哪里是根据hash值来定的"。

这个我还是似懂非懂，能举例说明一下么？ 非常感谢。

展开

共 2 条评论

高雪斌

2021-11-26

几个坑提示的太到位了！

展开

horcruxen

2021-11-25

带label的continue那个例子，也可以直接break替代吧

共 1 条评论

aoe

2021-11-24

label 的操作有点玄幻啊！可以从嵌套循环中跳出

展开